

水平荷重を受ける角形鋼管柱骨組の接合部の弾塑性挙動に関する実験的研究 (柱梁接合部の局部変形挙動について)

正会員 ○ 渡辺純仁¹ 正会員 山成 實²
同 小川厚治³ 同 黒羽啓明⁴
準会員 海原広幸⁵



1. 序

外ダイアフラム型角形鋼管柱・H形鋼梁接合部では図-1に示すように接合部パネルのせん断変形だけでなく、梁端曲げモーメントによって柱梁仕口に局部変形が生じる。本研究では比較的接合部が弱い2スパン骨組の上下柱の反曲点位置から取り出した試験体の交番繰返し加力実験結果を基に、柱梁仕口の局部変形の非弾性挙動を調べ、半剛接合骨組の耐震設計のための基礎情報を得た。

2. 実験概要

文献[1]の実験は柱梁接合部が柱・梁部材に比べて十分弱い外ダイアフラム型鋼管柱ラーメン骨組の過度な変位を与えた繰返し加力実験である。試験体は計2体で、FR1, FR2と呼ぶ。FR1は柱梁仕口の局部破壊が起こり易い骨組で、FR2は柱梁接合部パネルのせん断降伏が主な損傷となる骨組であり、柱梁仕口の局部変形挙動に比較的大きく影響する外ダイアフラム補剛量 (h_D) がそれぞれ10mm、20mmで設計してある。

3. 柱梁仕口の局部変形挙動

図-2は試験体FR1とFR2の梁端フェイスモーメント (M_b)-局部変形 (α) 関係である。荷重-変形関係は安定した履歴曲線を描いた。同図中の一点鎖線は水平荷重下の柱梁仕口の局部破壊耐力推定値 M_{CLU} ^[2] であり、式(1)で与えられる。

$$M_{CLU} = 3.0 \left(\frac{t_c}{B} \right)^{\frac{2}{3}} \left(\frac{t_D}{h_D + t_c} \right)^{\frac{2}{3}} \left(\frac{h_D + t_c}{B} \right) \sigma_{UD} B^2 D_B \dots (1)$$

表-1 実験値と推定値の比較

試験体	接合部	bMmax	M_{CLU}	bMmax	$\frac{bMmax}{M_p}$
		(ton·cm)		(ton·cm)	
FR1	PANEL 1	1084	771	1.41	0.54
	PANEL 2	1136 *	972	1.17	0.57
	PANEL 3	1177	771	1.53	0.59
FR2	PANEL 1	1363	907	1.50	0.68
	PANEL 2	1271 *	1226	1.13	0.64
	PANEL 3	1646	907	1.82	0.82

bMmax: 接合部梁端フェイスモーメント実験値
 M_{CLU} : 局部破壊耐力推定値
 M_p : 梁の全塑性モーメント (1997ton·cm)

ここで、 B, t_c は柱の外径、管厚、 h_D, t_D, σ_{UD} はそれぞれ外ダイアフラムのせい、板厚、引張強さ、 D_B は梁のフランジ板厚中心間距離である。

梁端部は図-1に示すようにH形鋼とダイアフラムからなる変断面材である。素材試験の降伏強さより求めた柱梁仕口部の曲げ降伏耐力 (M_{y1}) は $M_{y1} = 1598$ (ton·cm) である。図-2に示すように2体の骨組について柱梁仕口ではフェイスモーメントが曲げ降伏耐力に達する前に接合部が局部降伏し、局部破壊にまで至った。

表-1に実験値と推定値を比較した結果を示す。局部破壊耐力の実験値は推定値よりも約40%以上上回った。

表-2に弾性局部剛性の実験値と接合部の単純化試験体^[3]の加力実験から得た剛性の比較を示す。水平力を受けたときの局部剛性は単純化試験体の約1.25倍である。すなわち単純化試験体の局部変形の約80%が水平荷重下の柱梁接合部の局部変形であると評価できる。

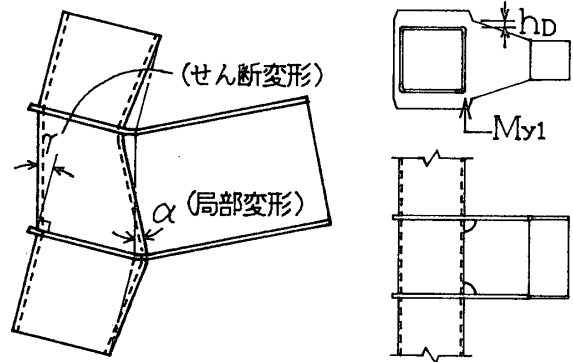


図-1 変形概要及び接合部形状

表-2 弾性局部剛性の実験値

試験体	接合部	K_L	K_e	$\frac{K_L}{K_e}$
		ton·cm ($\times 10^5$)	ton·cm ($\times 10^5$)	
FR1	PANEL 1	3.358	2.633	1.275
	PANEL 2	3.883	2.905	1.336
	PANEL 3	3.420	2.633	1.299
FR2	PANEL 1	4.026	3.308	1.217
	PANEL 2	4.772	3.403	1.402
	PANEL 3	4.138	3.308	1.251

K_L : 骨組中の接合部の局部剛性
 K_e : 単純化試験体の局部剛性

Empirical study of inelastic behavior of beam-to-column connections
in semi-rigid frames with RHS columns under lateral forces
(Hysteretic behavior of local deformation of connections)

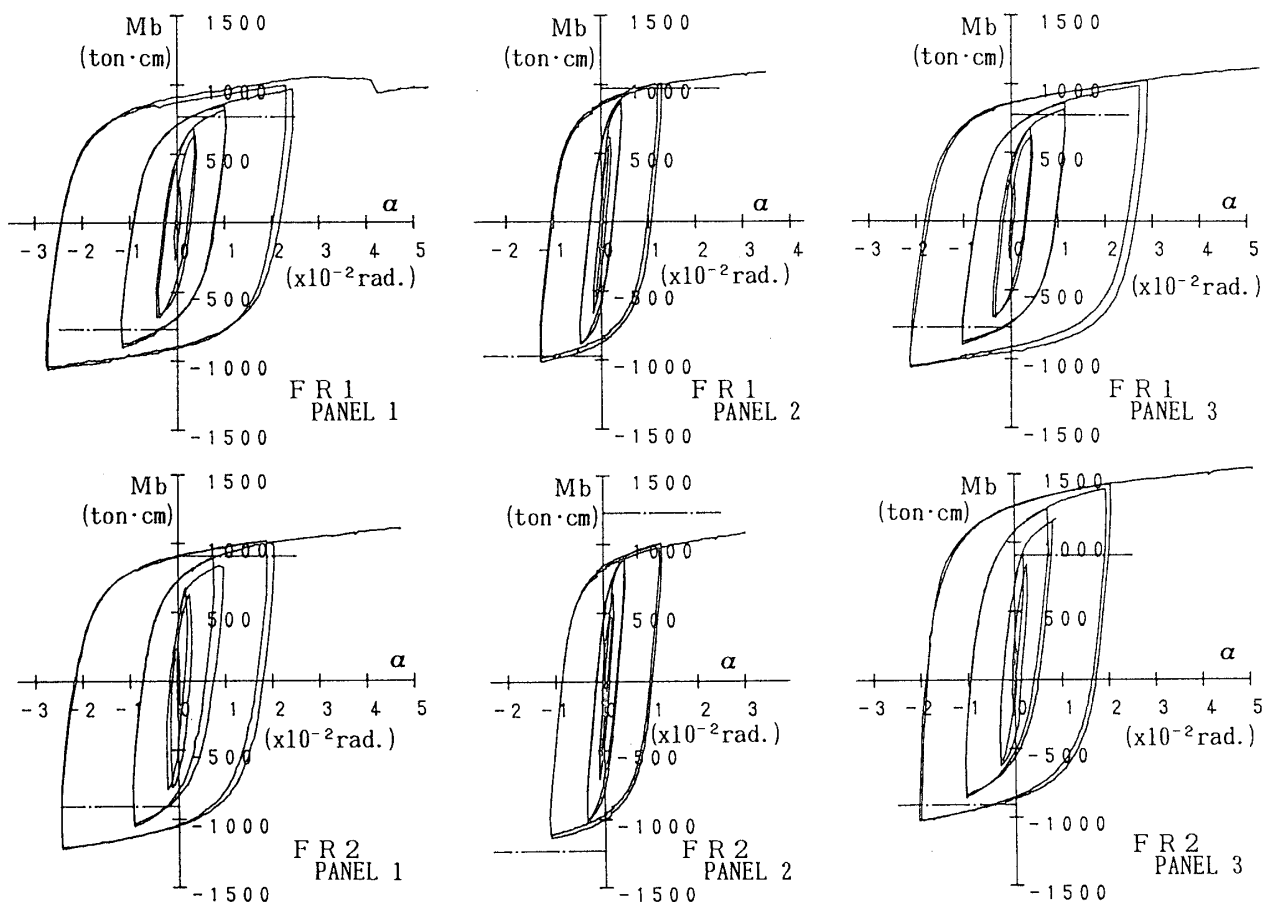
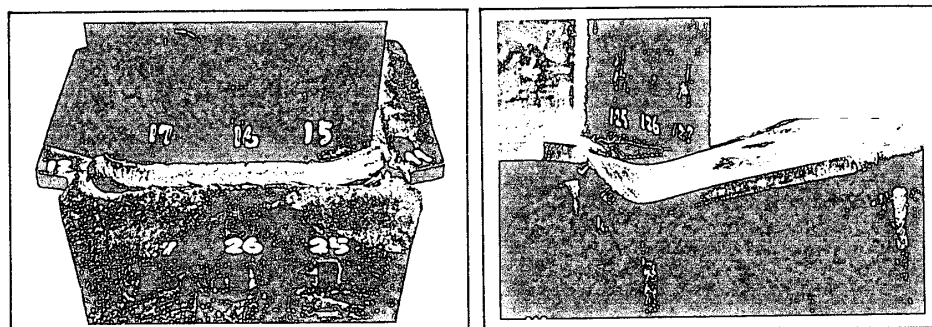


図-2 梁端フェイスモーメント-局部変形関係

写真-1に実験後の局部破壊、ダイアフラムの局部座屈および鋼管壁の亀裂を示す。いずれも最大振幅の変位(骨組の変形角=1/10)を与えた段階で生じたもので、これらの発生により耐力低下が生じた。



(a) 局部破壊

(b) 局部座屈及び鋼管壁亀裂

写真-1

4. 結語

外ダイアフラム型柱梁接合部を持つ骨組試験体の水平荷重実験を行った結果、柱梁仕口のモーメント-局部変形関係は安定した履歴曲線を描いた。骨組試験体の局部変形は単純化試験体の局部変形の約80%で評価できると分かった。

<謝辞> 本研究は(財)鹿島学術振興財団の研究助成を受けた。ここに記して謝意を表す。

【参考文献】 [1]山成實他:接合部降伏型の角形鋼管柱ラーメン骨組の弾塑性挙動に関する実験的研究(その

1 実験,その2 実験結果と考察),日本建築学会研究報告中国・九州支部,第8号・1,構造系,平成2年3月

[2]田淵基嗣他:水平荷重時における角形鋼管柱・H形はり接合部の耐力評価-角形鋼管柱溶接接合部の実験的研究 3-,日本建築学会構造系論文報告集,第358号,pp.52-62,昭和60年12月

[3]海原広幸他:角形鋼管柱梁接合部の局部変形挙動に関する実験,日本建築学会大会学術講演梗概集(中国),平成2年10月

*1熊本大学大学院生,*2同助手,*3同助教授・工博,*4同教授・工博,*5同大学部生